

# Пространственно-временные тенденции изменения средних показателей температуры воздуха и количества осадков в бассейне Среднего Енисея (зона тайги) на основе данных Climatic Research Unit (CRU TS V. 3.22)

Корец М.А. (mik@ksc.krasn.ru),

Прокушкин А.С. (prokushkin@ksc.krasn.ru),

Буренина Т.А. (burenina@ksc.krasn.ru)

*Институт леса им. В.Н. Сукачева Сибирского отделения Российской академии наук,  
Обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (ИЛ СО РАН), Красноярск*



*III Всероссийская научно-практическая конференция  
«Современные тенденции и перспективы развития гидрометеорологии в России»,  
г. Иркутск, 25–27 ноября 2020*

# Аннотация

- На основе базы данных CRU TS v. 3.22 выполнен анализ пространственно-временной изменчивости температуры воздуха и осадков за период 1931 – 2010 гг. с привязкой к водосборам притоков реки Енисей в зоне тайги.
- Показана значительная широтно-зональная и сезонная вариабельность трендов температур и осадков.

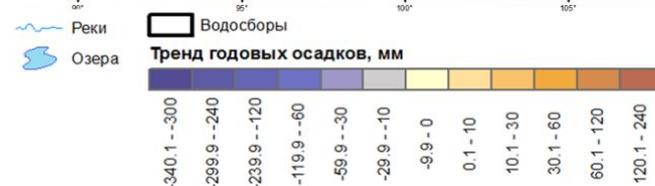
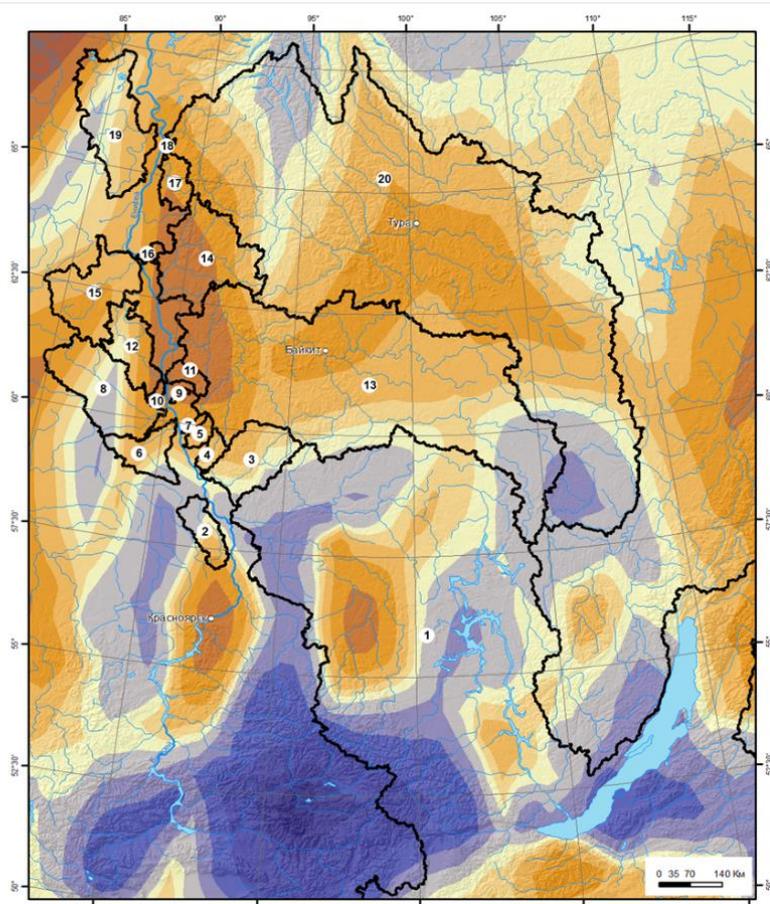
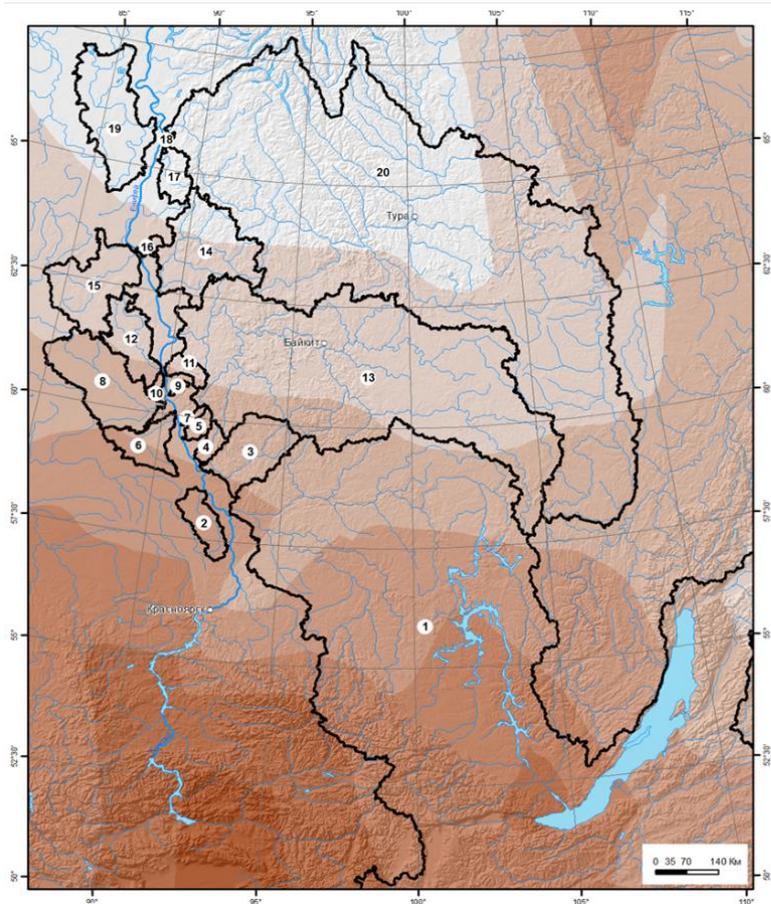
# Данные и методы

- В рамках ряда НИР ИЛ СО РАН в 2015–2019 гг. ставилась задача оценки пространственно-временной изменчивости климатических условий в границах бассейна среднего течения р. Енисей.
- На основе базы данных климатических показателей «Climatic Research Unit Datasets» (CRU TS v. 3.22) [1, 2] были рассчитаны растровые карты линейных трендов среднемесячных и среднегодовых температур, а также месячных и годовых осадков за период с 1931 по 2010 годы.
- Геостатистический анализ данных в ГИС (ESRI ArcGIS 10.1) позволил оценить пространственно-временную вариабельность указанных климатических параметров для 20-ти ключевых водосборов притоков р. Енисей. Притоки упорядочены с юга на север:  
1 – Ангара, 2 – Кемь, 3 – Большой Пит, 4 – Кия, 5 – Тис, 6 – Кас, 7 – Гаревка, 8 – Сым, 9 – Нижняя Сурниха, 10 – Тугулан, 11 – Вороговка, 12 – Дубчес, 13 – Подкаменная Тунгуска, 14 – Бахта, 15 – Елогуй, 16 – Комса, 17 – Сухая Тунгуская, 18 – Мироедиха, 19 – Турухан, 20 – Нижняя Тунгуска.

# Результаты

- Широтное распределение водосборов обуславливает диапазон среднегодовых температур от  $-1$  до  $-9$  °С при относительно равномерном распределении годовых осадков в интервале 500 – 600 мм. Исключениям являются притоки 1-Ангара, 13-Подкаменная Тунгуска и 20-Нижняя Тунгуска, отмеченные более низкими средними по водосбору значениями годовых осадков (до 400 мм) и значительным разбросом минимальных и максимальных значений. Это обуславливается значительной площадью и протяжностью этих водосборов в юго-восточном направлении в различных физико-географических условиях.

# Карты трендов среднегодовой температуры воздуха и суммы годовых осадков за период 1931 – 2010 гг. на основе данных CRU

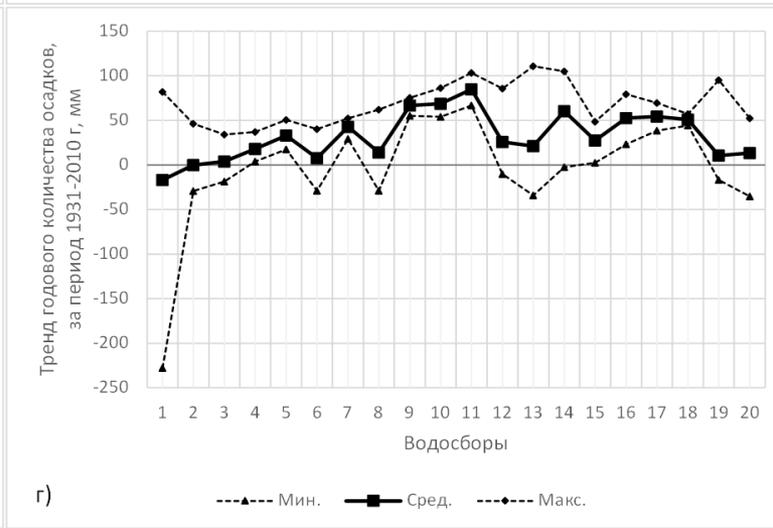
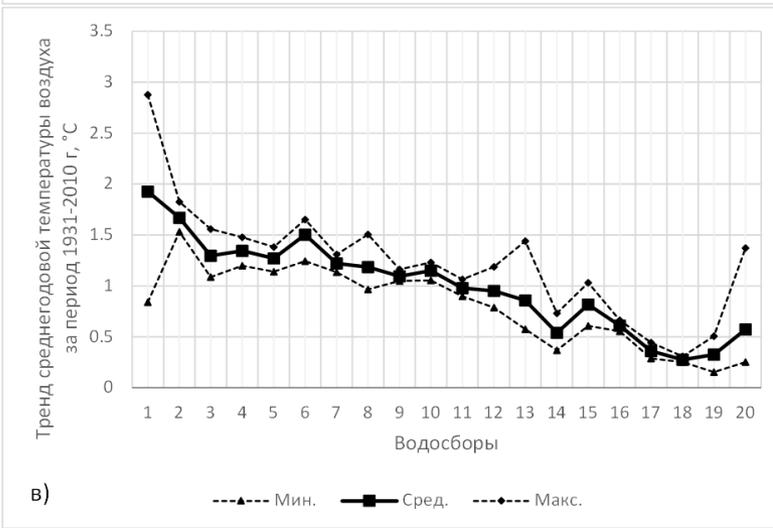
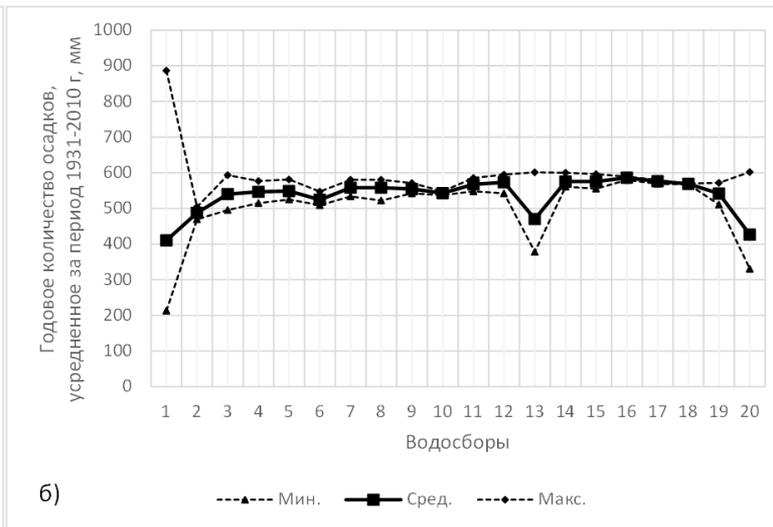
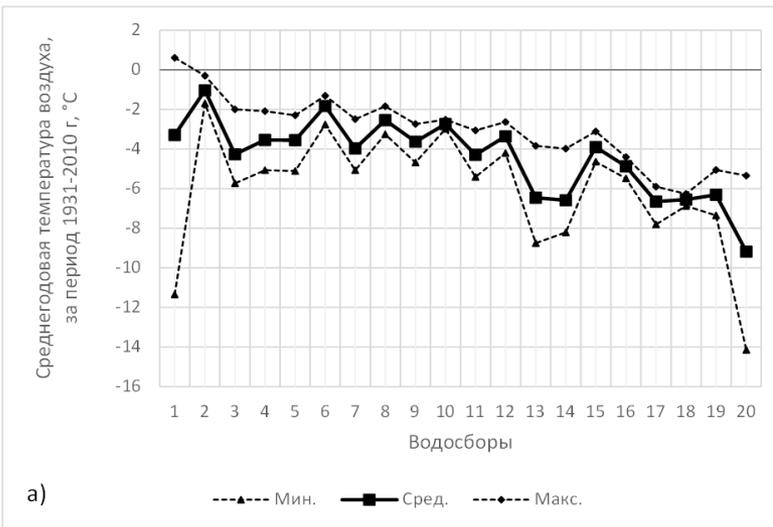


# Результаты

- Широтное распределение водосборов обуславливает диапазон среднегодовых температур от  $-1$  до  $-9$  °С при относительно равномерном распределении годовых осадков в интервале 500 – 600 мм. Исключениям являются притоки 1-Ангара, 13-Подкаменная Тунгуска и 20-Нижняя Тунгуска, отмеченные более низкими средними по водосбору значениями годовых осадков (до 400 мм) и значительным разбросом минимальных и максимальных значений. Это обуславливается значительной площадью и протяженностью этих водосборов в юго-восточном направлении в различных физико-географических условиях.
- Рассчитанные за период с 1931 по 2010 г. (80 лет) статистические показатели абсолютных линейных трендов среднегодовых температур воздуха и суммы годовых осадков показывают устойчивый годовой прирост для всех водосборов по температуре (от 0.2 до 2 °С) и преобладающий прирост по осадкам (от 0 до 85 мм) за исключением Ангары (-17 мм). Разброс годовых трендов для бассейнов рек Подкаменная и нижняя Тунгуска также велик, а для бассейна Ангары в южной его части максимум прироста температур достигает 2.8 °С, а минимум снижения осадков -228 мм.

**Пространственно-временная вариация за период 1931 – 2010 гг. среднегодовых температур воздуха и годовых осадков для 20-ти ключевых водосборов притоков р. Енисей:**

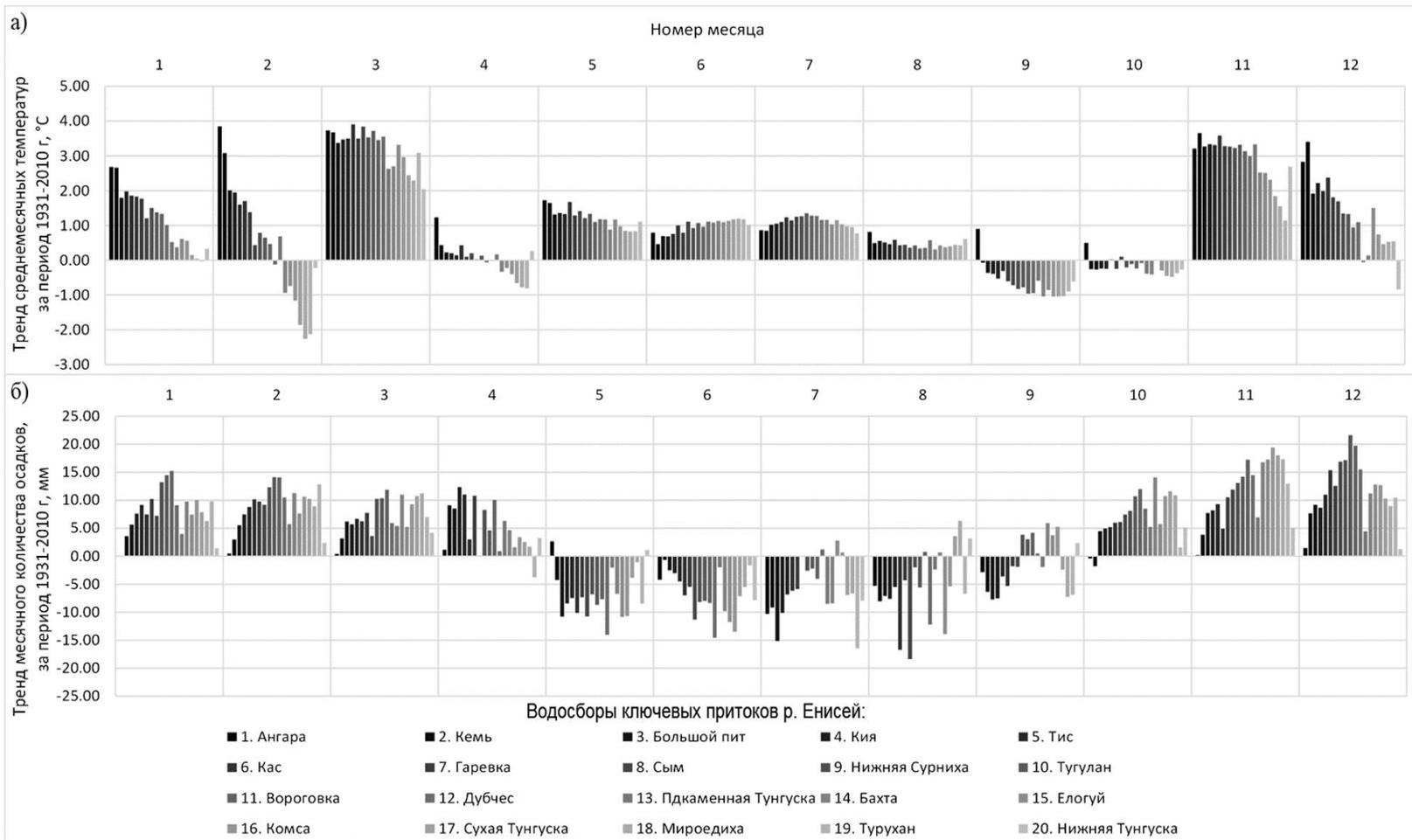
- а) среднегодовая температура воздуха; б) среднемноголетнее годовое количество осадков; в) тренд среднегодовой температуры воздуха; г) тренд годового количества осадков**



# Результаты

- Полученные тренды среднемесячных температур воздуха и суммы месячных осадков показывают значительную сезонную и пространственную вариации по водосборам. Анализ распределения трендов среднемесячных температур показывает преимущественно высокий положительный (до 3.8 °С) тренд температур зимних месяцев и марта, который наряду с ноябрем выделяется значительным положительным температурным трендом по всем водосборам. Преобладающий отрицательный температурный тренд (до -1°С) проявляется в межсезонья (апрель, сентябрь и октябрь). В апреле и, в особенности, в феврале наблюдается смена знака температурного тренда с положительного на отрицательный в районе водосбора 13 - Подкаменная Тунгуска.
- Еще более четко выделяются сезонные изменения на графике распределения трендов месячных осадков. Наблюдается четкое снижение (до - 17 мм) осадков вегетационного периода (май-август) на фоне преобладающего роста в остальные месяцы.

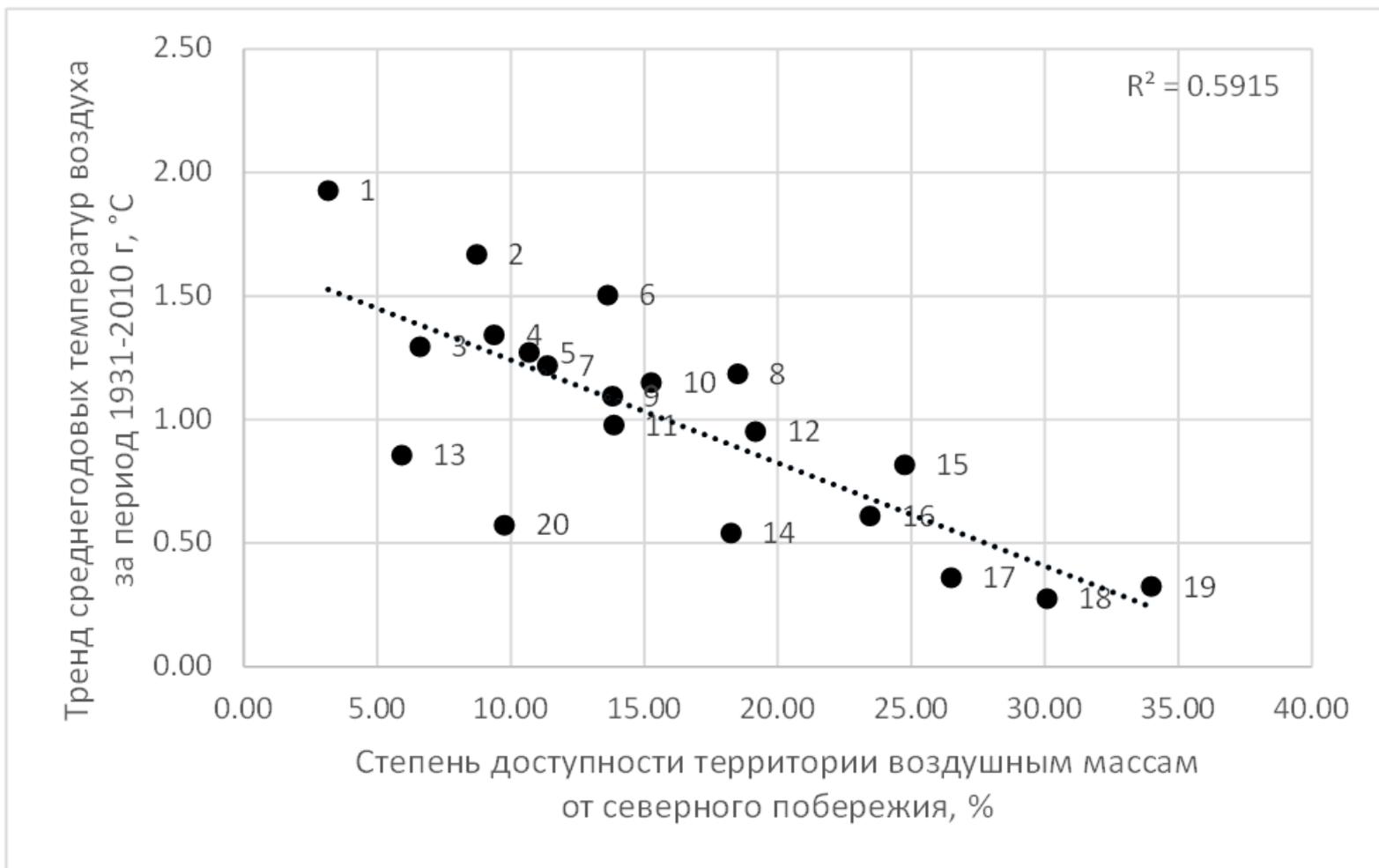
# Распределение трендов среднемесячных температур воздуха (а) и количества месячных осадков (б) для 20-ти ключевых водосборов притоков р. Енисей за период 1931 – 2010 гг.



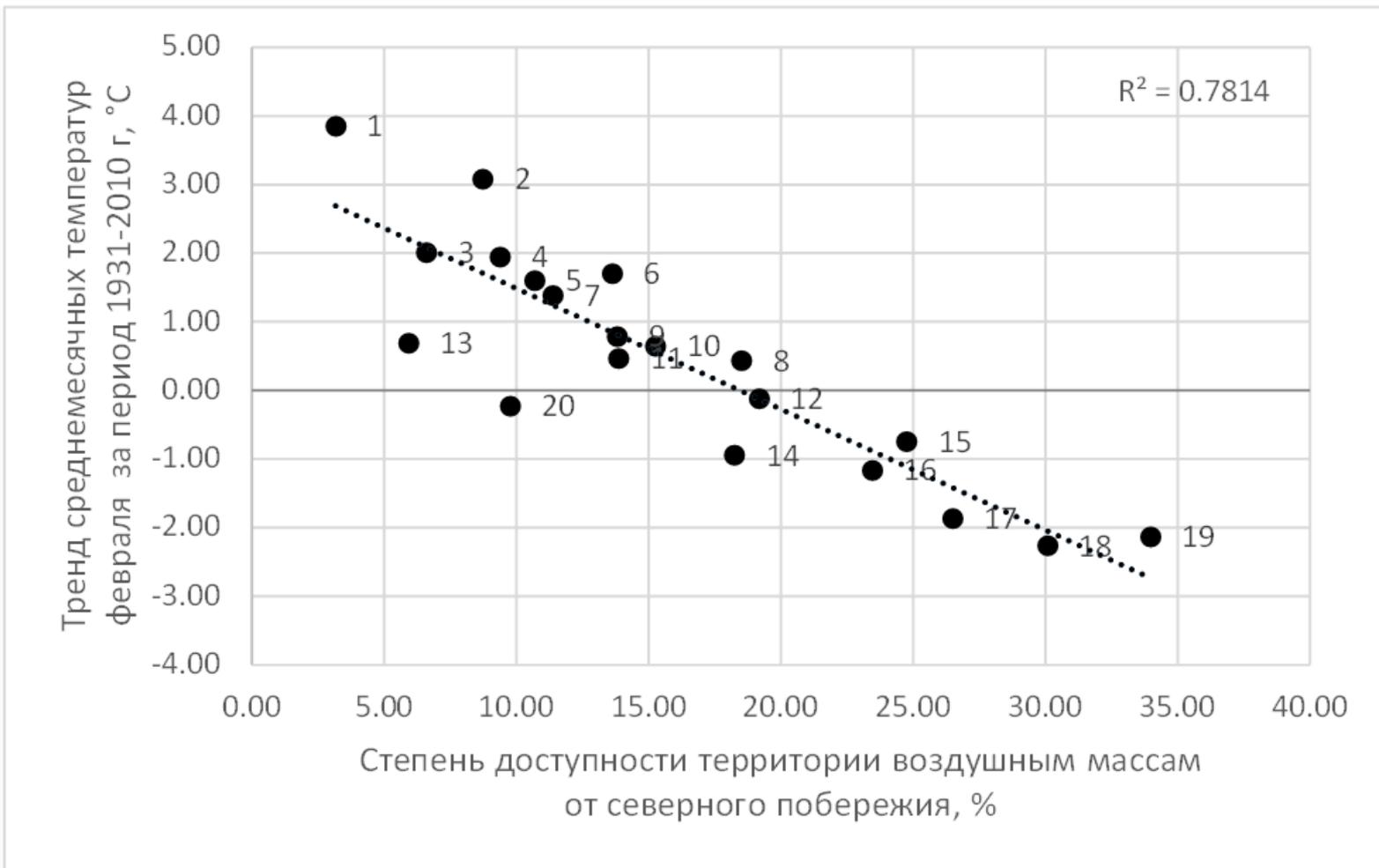
# Результаты

- Следует отметить, что амплитуда месячных и годовых трендов осадков достигает максимума в водосборах, расположенных в зоне средней тайги, снижаясь к северу и югу. Иная картина у широтного распределения трендов среднемесячных температур. Величина тренда среднегодовых температур и большинства среднемесячных составляющих (ноябрь - апрель) уменьшается с юга на север. Обусловлено это, скорее всего, буферным эффектом северных океанических воздушных масс влияние, которых снижается с севера на юг из-за удаления от побережья и горных барьеров Среднесибирского плоскогорья. Последнее подтверждается достоверной обратной зависимостью между величиной тренда среднегодовых и большинства среднемесячных температур с показателем степени доступности территории воздушным массам северного побережья (экспонированность, %), рассчитанного по цифровой модели рельефа местности [3].

**Связь степени доступности территории воздушным массам от северного побережья (экспонированность территории, Onuchin, 2014) с трендом среднегодовых температур воздуха за период 1931 – 2010 гг. для 20-ти ключевых водосборов притоков р. Енисей**



**Связь степени доступности территории воздушным массам от северного побережья (экспонированность территории, Onuchin, 2014) с трендом среднемесячных температур февраля за период 1931 – 2010 гг. для 20-ти ключевых водосборов притоков р. Енисей**



# Заключение

- Сформированные слои разносезонных климатических характеристик (средние значения, разбросы и тренды), привязанные к водосборам притоков р. Енисей вошли в климатический блок разрабатываемой ГИС «Бассейн нижнего Енисея», который используется в задачах анализа и моделирования процессов в биогеоценозах Приенисейской Сибири.
- Работа выполнена при поддержке РНФ 14-24-00113, РФФИ 18-05-60203 и РФФИ 20-05-00095.

# Список литературы

1. *Harris I., Jones P.D., Osborn T.J. and Lister D.H.* Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRUTS3.10 Dataset // *Int. J. Climatol.* 34, 2014. Pp. 623–642. Published online 21 May 2013 in Wiley Online Library ([wileyonlinelibrary.com](http://wileyonlinelibrary.com)) DOI: 10.1002/joc.3711
2. *Mitchell T.D. and Jones P.D.* An improved method of constructing a database of monthly climate observations and associated high-resolution grids // *Int. J. Climatol.* 25, 2005. Pp. 693 – 712. Published online in Wiley InterScience ([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)). DOI: 10.1002/joc.1181 (<http://badc.nerc.ac.uk/data/cru/>)
3. *Onuchin A., Korets M., Shvidenko A., Burenina T., Musokhranova A.* Modeling air temperature changes in Northern Asia // *ELSEVIER, Global and Planetary Change* 122, 2014. Pp. 14–22; doi:10.1016/j.gloplacha.2014.07.011